

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES




Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

 Intellectual Property Network To Search & Research	
IPN Home Search Order Shopping Cart Login Site Map Help	
	<h2>JP5218972A2: FREE SPACE LASER COMMUNICATION EQUIPMENT AND METHOD</h2> <p>No Image View INPADOC only</p> <hr/> <p>Country: JP Japan</p> <p>Kind:</p> <p>Inventor(s): CATO ROBERT T</p> <p>Applicant(s): INTERNATL BUSINESS MACH CORP <IBM> News, Profiles, Stocks and More about this company</p> <p>Issued/Filed Dates: Aug. 27, 1993 / July 30, 1992</p> <p>Application Number: JP1992000203499</p> <p>IPC Class: H04B 10/10; H04B 10/22</p> <p>Priority Number(s): Oct. 8, 1991 US1991000773356 Family</p> <p>Abstract:</p> <p>Purpose: To improve the safety of an observer by conducting high-power laser transmission when an acknowledgement signal is received within a prescribed time and conducting low-power transmission when no acknowledgement signal is received, while regarding it that disturbance or mis-alignment takes place.</p> <p>Constitution: A terminal equipment A sends an output beam 15 of a laser 12 at a level below a safety threshold level, and a microprocessor 11 sends a terminal equipment identification code together with the beam 15. Then an acknowledgement signal from a terminal equipment B is monitored and when the signal is received, the processor 11 activates the laser 12 in a normal level of high power to enhance the communication performance. When the acknowledgement signal is monitored and the signal is not received for a prescribed time or over, it is regarded that a disturbance or mis-alignment of the beam 15 has taken place and the laser power is reduced to a level safe for transmission. Thus, the safety of an unconscious observer is ensured, and the communication performance is improved.</p> <p>COPYRIGHT: (C)1993,JPO</p> <p>Family:  Show 1 known family members</p> <p>Other Abstract Info: DERABS G93-242568</p> <p>Foreign References: (No patents reference this one)</p>

(11)特許出願公開番号

特開平5-218972

(43)公開日 平成5年(1993)8月27日

技術表示箇所

H 0 4 B 10/10

10/22

8426-5K

H 0 4 B 9/ 00

R

審査請求 有 請求項の数10(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-203499

(22)出願日 平成4年(1992)7月30日

(31)優先権主張番号 773356

(32)優先日 1991年10月8日

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS
MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク（番地なし）

(72)発明者 ロバート・トーマス・ケイトウ

アメリカ合衆国、ノースキャロライナ州ローリ、グランヴィルドライブ 3040

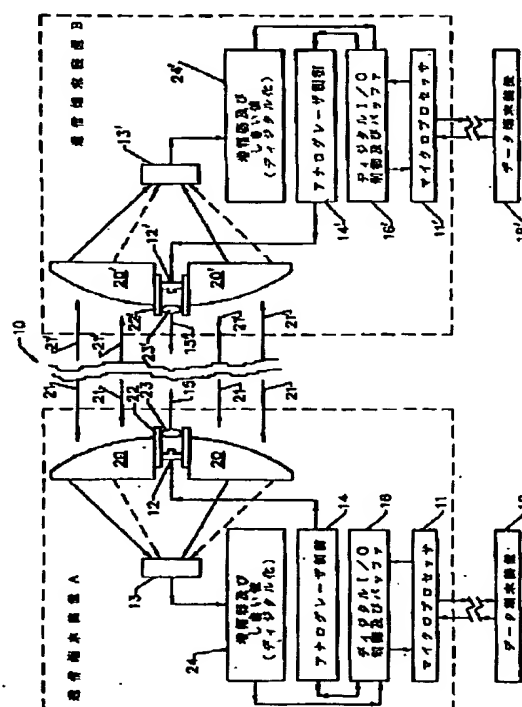
(74)代理人 弁理士 頓宮 孝一 (外4名)

(54)【発明の名称】 自由空間レーザ通信装置及び方法

(57) 【要約】

【目的】 改良された自由空間レーザ通信システム及び方法を提供する。

【構成】 自由空間レーザ通信システムは二つのパワーレベルで動作する。このシステムは、出力ビームが遠隔に位置する端末装置で受信されていないことを入力ビームが示すときに出力レーザビームを安全レベルに制御するためのマイクロプロセッサを有する。出力ビームが遠隔に位置する端末装置で受信されていないならば、ビームの妨害またはミスアラインメントが示される。ビームの妨害またはミスアラインメントが検出されないときの通常の動作中には、出力ビームは安全限界よりも高いレベルで動作されて通信性能が高められる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対応する遠隔に位置する端末装置との自由空間通信のためのレーザ通信端末装置であって、自由空間に出力レーザビームを送信するための送信機と、

自由空間から入力レーザビームを受信するための受信機と、

自由空間からの上記入力レーザビームに基づいて上記出力レーザビームの妨害またはミスアラインメントを検出するための、上記受信機に応答する検出手段と、

上記出力レーザビームの妨害またはミスアラインメントが上記検出手段により検出されたときに上記送信機を安全しきい値以下で動作させて偶然的観察者の眼を保護するための、上記検出手段に応答する安全制御手段とを有し、

上記安全制御手段は上記出力レーザビームの妨害またはミスアラインメントが上記検出手段により検出されないときに上記送信機を上記安全しきい値以上で動作させて通信性能を向上させるレーザ通信端末装置。

【請求項2】 上記検出手段は上記入力レーザビームにおける確認信号を認識するための手段を有する請求項1記載のレーザ通信端末装置。

【請求項3】 自由空間レーザ送信機及び自由空間レーザ受信機を有する自由空間レーザ通信端末装置のための安全制御装置であって、

自由空間からの入力レーザビームに基づいて出力レーザビームの妨害またはミスアラインメントを検出するための、上記レーザ受信機に応答する検出手段と、

上記出力レーザビームの妨害またはミスアラインメントが検出されたときに上記レーザ送信機を安全しきい値以下で動作させて偶然的観察者の眼を保護し、上記出力レーザビームの妨害またはミスアラインメントが検出されないときに上記レーザ送信機を上記安全しきい値以上で動作させて通信性能を向上させるための、上記検出手段に応答する安全制御手段とを有する安全制御装置。

【請求項4】 上記検出手段は上記入力レーザビームにおける確認信号を認識するための手段を有する請求項3記載の安全制御装置。

【請求項5】 空間的に離れた関係にある第1の端末装置及び第2の端末装置であって、上記第1の端末装置及び上記第2の端末装置のそれぞれはレーザ送信機及びレーザ受信機を有し、上記第1の端末装置は第1のレーザビームを自由空間を通して上記第2の端末装置に送信するためのものであり、上記第2の端末装置は第2のレーザビームを自由空間を通して上記第1の端末装置に送信するためのものであるものを有し、

上記第1の端末装置は、上記第2のレーザビームが上記第1の端末装置の上記レーザ受信機により受信されるときに上記第1のレーザビームに確認信号を発生するための、上記第1の受信機に応答する手段をさらに有

し、

上記第2の端末装置は、上記第1のレーザビームに上記確認信号が存在しないことを検出するための、上記第2の端末装置の上記レーザ受信機に応答する検出手段と、上記確認信号が存在しないことを検出している上記検出手段に応答して上記第2の端末装置の上記レーザ送信機を安全しきい値以下で動作させて偶然的観察者の眼を保護し、上記確認信号の存在を検出している上記検出手段に応答して上記第2の端末装置の上記レーザ送信機を上記安全しきい値以上で動作させて通信性能を向上させるための、上記第2の端末装置の上記レーザ送信機と協働する安全制御手段とをさらに有する自由空間レーザ通信システム。

【請求項6】 上記安全制御手段は上記確認信号が所定時間存在しないことに応答して上記第2の端末装置の上記レーザ送信機を上記安全しきい値以下で動作させる請求項5記載の自由空間レーザ通信システム。

【請求項7】 対応する遠隔に位置する端末装置との自由空間通信のためのレーザ通信端末装置であって、自由空間に出力レーザビームを送信するための送信機と、

自由空間から入力レーザビームを受信するための受信機と、

上記送信機を安全しきい値以下で動作させて偶然的観察者の眼を保護するための、上記受信される入力レーザビームに確認信号が存在しないことに応答する確認信号応答安全制御手段とを有するレーザ通信端末装置。

【請求項8】 上記確認信号応答安全制御手段は上記確認信号が所定時間存在しないことに応答して上記送信機を上記安全しきい値以下で動作させる請求項7記載のレーザ通信端末装置。

【請求項9】 自由空間を通して第1の端末装置から第2の端末装置に送信される第1のレーザビームと自由空間を通して上記第2の端末装置から上記第1の端末装置に送信される第2のレーザビームとを用いる自由空間レーザ通信方法であって、

上記第1の端末装置からの上記第1のレーザビームに基づいて上記第2のレーザビームの妨害またはミスアラインメントを検出するステップと、

上記第2のレーザビームの妨害またはミスアラインメントが検出されたときに上記第2のレーザビームを安全しきい値以下で動作させて偶然的観察者の眼を保護するステップと、

上記第2のレーザビームの妨害またはミスアラインメントが検出されないときに上記第2のレーザビームを上記安全しきい値以上で動作させて通信性能を向上させるステップとを有する自由空間レーザ通信方法。

【請求項10】 上記第2のレーザビームの妨害またはミスアラインメントを検出するステップは、上記第2のレーザビームが上記第1の端末装置により適切に受信さ

れていることを示す上記第1のレーザビーム上の確認信号を送信するステップと、上記第2の端末装置において上記確認信号が所定時間存在しないことを検出するステップとを有する請求項9記載の自由空間レーザ通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、通信システムに関し、特に、自由空間レーザ通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】自由空間の二地点間通信システムは通信分野で広く使用されている。二地点間マイクロ波システムのネットワークは、公衆交換電話回線網の一部として、国土を横断してメッセージを運ぶことができる。光ファイバに基づく通信システムとの激しい競争にもかかわらず、マイクロ波または他の自由空間システムは、ケーブルシステムの通行権が得られないとき、または、光ファイバシステムに高い通信容量が必要とされないときには、短距離の路線に対してしばしば妥当なものである。

【0003】特にレーザ通信システムは、二地点間の自由空間通信リンクを提供するために、ますます一般的になってきている。レーザシステムは、マイクロ波システムが通常の周波数帯で必要とするような、広範な周波数調整を必要としない。ケーブルの物理的設置が不要であるので、レーザシステムはしばしば、従来の銅ケーブルまたは光ファイバケーブル通信システムよりも設置費用が安い。例えば、レーザ通信システムは、キャンパス環境における二つの団体の所在地間に適用することができる。それぞれのレーザ通信端末装置は、ビルの屋上に配置したり、窓に隣接して配置してビル間で動作するように位置合わせすることさえできる。ビル内の通信リンクはまた、自由空間レーザ通信システムを備えることができる。現代のオフィスオートメーションはまた、例えば、しばしば異なる団体の所在地間で通信を行わなければならない大量のデータを発生する。従って、レーザ通信リンクに対する要求は増大している。

【0004】自由空間レーザ通信システムは、規制のために固定レーザ源であると考えられ、従って偶然的または無意識の観察者の眼を保護するために設けられた規制限界に従わなければならない。偶然的観察者は、有害な露光であることを観察者にあらかじめ警告するなんらかの痛みを経験することなく、ハイパワーレーザビームにより永久的な損傷を受けてしまう。これに加えて、レーザシステムで使用される波長はしばしば不可視である。従って、レーザ通信端末装置のような固定レーザ源によって伝送されるパワーに対する安全限界を確立する規格が設けられた。この最大許容パワーは、通信システムの信号対雑音比、ビットレート及び／又は分離距離を制限する。従って、現存するシステム以上の向上した性能を

有し、なおかつ安全限界を満たす自由空間レーザ通信システム及び方法に対する要求は大きい。

【0005】移動するレーザビームは、自由空間通信システムで必要とされる固定ビームよりも有害性は少ない。例えば、バーコードを読み取るためのレーザ走査システムは、移動する、すなわち非固定のレーザビームを発生する。回転するホログラフィックディスクは、ビームから一連のファセットパルスを発生する。もしファセットパルスが検出されなければ、ホログラフィックディスクは回転しておらず、従ってレーザビームは固定されていると考えられる。そのとき、ホログラフィックスキヤナは、ファセットパルスが再び検出されるまで、低いデューティサイクルでレーザを動作させる。

【0006】光ファイバはしばしば、レーザ溶接及び切断または医療用のハイパワーレーザとともに使用され、また、技術はこれらのシステムの安全性を高めるための手法を開発した。例えば、ハズバンズ (Husbands) の米国特許第449043号は、光コネクタが結合されていないときに害を生じるハイパワー光ファイバシステムのための安全装置を開示している。この安全装置は、隣接するコネクタ間のガラス-空気界面と空気-ガラス界面との間で発生される後方散乱エネルギーとともに、出力パワーの一部を受信機に伝送する4ポート光アラームを有する。出力パワーと後方散乱エネルギーとの比較は、非結合条件が検出されたときにレーザ源を使用禁止とするために用いられる。

【0007】ドイ (Doi) らの米国特許第4543477号は、反射レーザ光がファイバの出射端面から検出され、ファイバの破壊が検出されたならばレーザを停止させるためにシャッタが用いられる、医療用レーザのための安全装置を開示している。米国特許第4812641号において、オーティズ、ジュニア (Ortiz Jr.) は、材料の処理のためのハイパワーレーザを開示しており、これはパワー光ファイバから出射されるレーザパワー及びレーザ注入パワーを検出するためのそれぞれの光検出器を有する。これらの二つのパワーレベルは、パワー伝送ファイバの傷が発生したか否かを検出するために比較される。同じくオーティズ、ジュニアの米国特許第4673795号は、レーザビームはターンオンされたが、レーザエネルギーは遠隔のモジュールに到達していないとき、つまりハイパワー伝送光ファイバに傷があるときに、レーザを停止するための制御装置に接続された光センサを有するインターロック安全装置を開示している。

【0008】ハイパワーレーザシステムのための他の安全機構も知られている。例えば、タナカ (Tanaka) らの米国特許第4663520号は、レーザの経路におけるメインシャッタと、それが閉じた位置でレーザビームを完全にさえぎるための光の経路における安全シャッタを開示している。これらのメインシャッタ及び安全シャッタの前にセンサが設けられる。検出回路は、両センサ

が所定値を示すときに安全シャッタを開く。

【0009】安全以外の理由でレーザの強度を変化させることも知られている。例えば、ネギシ (Negishi) の米国特許第4879459号は、コロナ放電による電気雑音の存在にかかわらず、強度が設定値に等しくなったときに制御プロセスを停止することができる、レーザプリンティングにおいて用いられる半導体レーザのための自動パワー制御装置を開示している。この制御装置は、レーザの強度を所定値と等しくするためのフィードバック制御ループに光検出器を有する。プライア (Pryor) の米国特許第4862397号は、例えば受信される光のレベルが所望の値以上であり続けることを保証するために光出力レベルを調節する工業検査及び機械誘導のためのもののような光検出器アレイを開示している。タカギ (Takagi) らの米国特許第4837428号は、固定された基準電圧ではなく光検出器からの制御可能な入力電圧によってレーザ出力の強度を調節する、レーザダイオードの駆動回路を開示している。

【0010】上述のように、従来技術は、主として、反射により検出器に戻される出力ビームの一部から出力レーザビームの不安全条件を検出することを目的としている。このアプローチは、二つの空間的に大きく離れた端末装置を有する自由空間レーザ通信システムには簡単には適用することはできない。偶然的または無意識の観察者が端末装置間のビームの経路を横切ることがあるかも知れないし、または、ビームが妨害されて観察者に反射されることがあるかも知れない。いずれの場合でも、レーザが固定レーザビームに対して定められた現存する限界以上で動作されるならば、有害なレーザ露光が生じる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】従って、この発明の目的は、改良された自由空間レーザ通信システム及び方法を提供することにある。

【0012】この発明の他の目的は、安全性を損なうことなく固定レーザに対する限界を通常の動作時に越えることができるレーザ通信システム及び方法を提供することにある。

【0013】この発明のさらに他の目的は、出力レーザビームの安全制御を実行するために従来の情報伝送チャネル及び部品を使用するレーザ通信システム及び方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記及び他の目的は、ビームの妨害またはミスアラインメントが検出されるまで出力レーザビームを安全しきい値以上で動作させるこの発明による自由空間レーザ通信システムによって達成される。妨害、ミスアラインメントまたは他の同様な条件は、遠隔に位置する端末装置でビームが適切に受信されていないときに示される。妨害またはミスアラインメント

が検出されたとき、レーザは安全しきい値以下で動作される。

【0015】特に、自由空間レーザ通信システムは二つの空間的に離れた端末装置を有する。それぞれの端末装置は、固有の端末装置識別コードを除いて等しい。レーザ通信システムは、二つのデータプロセッサのための二方向自由空間通信リンクを提供し、あるいは、音声トラフィック信号または他の信号を送信する。

【0016】それぞれの端末装置は、遠隔に位置する端末装置に出力レーザビームを送信するためのレーザ送信機と、遠隔に位置する端末装置から入力レーザビームを受信するための受信機とを有する。受信機と協働する検出器は、受信される入力レーザビームに基づいて、出力レーザビームの妨害またはミスアラインメントを検出する。入力ビームは、出力レーザビームが遠隔に位置する端末装置で受信されていることを示す、その上で変調された確認信号を含む。検出器は、確認信号が所定時間存在しないことに応答して、出力レーザビームの妨害またはミスアラインメントを検出する。確認信号が存在しないことは、出力ビームだけの妨害またはミスアラインメントによって起きるか、入力及び出力ビームが両方とも妨害された結果であるか、入力ビームが妨害された結果である。この時間は、クラス1露光レベル対時間限界と相関関係がある。送信機のデューティサイクルを小さくして出力レーザビームの平均パワーをローパワー安全レベル以下に制御することができる。

【0017】安全制御装置は、検出器に応答して、出力レーザビームの妨害またはミスアラインメントが検出されたときにレーザ送信機を安全しきい値以下のデューティサイクルで動作させて偶然的または無意識の観察者の眼を保護する。通常の動作中には、妨害またはミスアラインメントが検出されないとき、安全制御装置は、レーザ送信機を安全しきい値以上で動作させて通信性能を向上させる。

【0018】この発明によれば、ハイパワーレーザ送信は、確認信号が所定時間内に受信されたときだけ持続する。もし確認信号が受信されなければ、妨害またはミスアラインメントがあると考え、パワーを減少させて送信が行われる。この所定時間は、ハイパワー送信が終了する前に最大固定露光レベルが越えられないように、十分に短い。これによって、向上した信号対雑音比、ビットレート及び／又は分離距離で安全な自由空間レーザ通信が達成される。

【0019】

【実施例】以下、この発明を、この発明の好ましい一実施例が示されている添付図面を参照してより詳しく説明する。この発明はしかし、多くの異なる形態で実施することができ、以下に説明される実施例に限定されるものと解釈されてはならない。むしろ、本出願人は、この開示が全般的かつ完全となり、当業者がこの発明の範囲を

完全に示唆するようにこの実施例を提供するものである。

【0020】図1を参照すると、一対の通信端末装置A、Bを有するこの発明によるレーザ通信システム10が示されている。これらの通信端末装置A、Bは、所望の経路、予測される大気の状態などに依存して変化する自由空間距離だけ離れている。当業者ならば容易にわかるように、所定の周波数で動作する自由空間通信システムの最大分離距離は、主として、所望の信号対雑音比及び所望の情報伝送レートまたはビットレートによって決定される。

【0021】以下に詳述されるように、この発明によるレーザ通信システム10は、二つのパワーレベルのいずれかで動作可能である。ローパワー「安全」レベルでは、出力レーザパワーは、固定レーザビームに対する安全規則を満たすように減少される。ハイパワー「通常」レベルでは、出力レーザパワーは、固定レーザ源に対する規制安全基準以上であり、従って大きな信号対雑音比が得られるか、システムの性能が高められる。

【0022】通信端末装置A、Bは、好適には、それぞれの端末装置に関連する固有の識別コードを除いて同一である。従って、以下の説明は端末装置Aについて行い、端末装置Bにおける同様な要素は図1において符号に「 $\bar{}$ 」を付して示す。入力及び出力ビームの説明を明確にするために、端末装置Aの出力レーザビーム15は端末装置Bの入力レーザビーム21 $\bar{}$ となり、同様に、端末装置Bの出力レーザビーム15 $\bar{}$ は端末装置Aの入力レーザビーム21となる。

【0023】端末装置Aは、好適には、蓄積プログラム制御の下で動作するマイクロプロセッサ11を有する。端末装置Aはまた、レーザ12から成る送信機と、光検出器13から成る受信機とを有する。マイクロプロセッサ11は、従来の入力/出力(I/O)方法によってレーザ12及び光検出器13と接続される。例えば、データバスが付属しているか、メモリマップが行われたI/Oハードウェアを使用することができる。レーザ12はアナログレーザ制御回路14によって制御される。

【0024】アナログレーザ制御回路14は、レーザ12を適切にバイアスしてその光パワー出力を調節し、温度、部品のエージング及び他の変化を補償する。アナログレーザ制御回路14はまた、マイクロプロセッサ11と協働して、送信すべき所望の情報で出力レーザビーム15を変調する。アナログレーザ制御回路14は、デジタルI/O制御及びバッファ回路16によって、マイクロプロセッサ11とのインターフェースがとられる。

【0025】デジタルI/O制御及びバッファ回路16は、マイクロプロセッサ11からの全データパケットのバッファを行う。その後、このバッファは空にされ、データは出力レーザビーム15上に変調される。この実施例に示されているように、マイクロプロセッサ11

は、レーザ通信システム10を介して、対応する遠隔に位置するデータ端末装置と通信を行うデータ端末装置18と接続される。当業者ならば容易にわかるように、他の形式の通信トラフィックもまた、レーザ通信システム10によって送信することができる。

【0026】マイクロプロセッサ11はまた、端末装置Aに対する安全に関係した他の機能を制御する。例えば、マイクロプロセッサは、出力ビーム15上に変調すべきデータストリームに端末装置の識別コードを周期的に挿入する。この識別コードは、遠隔に位置する端末装置Bによって認識される。レーザパワー及びデューティサイクルはまた、マイクロプロセッサ11によって制御される。レーザ制御回路14には、好適には、マイクロプロセッサ11が誤動作したと判断されたときにレーザ送信機12をターンオフするために、レーザ走査システムで使用されるような従来の「デッドマン」回路が含まれる。

【0027】集光レンズ20は、遠隔に位置する端末装置Bから入力レーザビーム21を集める。光検出器13は集光レンズ20の焦点に配置される。この集光レンズ20はまた、レーザ送信機ハウジング22及びそれに関連するビーム整形レンズ23を取り付けることができるようにするために、その中心に穴を有する。

【0028】光検出器13は、入力ビーム21からの信号を増幅器及びしきい値回路24に供給する。当業者ならば容易にわかるように、増幅器及びしきい値回路24は、光電システムに典型的に含まれるような従来の設計によるものである。この増幅器及びしきい値回路24は、自動利得制御回路を含むか、または、マイクロプロセッサ11によって利得がデジタル的に制御される。このしきい値回路は、光検出器13からのアナログ信号をデジタル・パルスストリームに変換する。このしきい値回路はまた、好適には、雑音のデジタル化を減少させるロックアウト判定基準を実施する。

【0029】増幅器及びしきい値回路24からのデジタル信号は、デジタルI/O制御及びバッファ回路16のデジタルバッファに供給される。このバッファがいっぱいのときは、マイクロプロセッサ11に割り込み信号が送られ、次にこのマイクロプロセッサ11がバッファの内容を再生する。これによって、マイクロプロセッサ11は大きなデータブロック上で動作する。

【0030】この発明によるレーザ通信システム10は、安全な固定レーザビームを提供する。十分にハイパワーのレーザビームは、観察者が例えば痛みを感じるによって露光に気がつくことなく、回復不可能な眼の損傷を発生させる。従って、固定レーザシステムは工業クラス1の限界を満たさなければならない。当業者ならば容易にわかるように、移動するビームは与えられた時間にわたって偶然的観察者の眼に入るエネルギーが固定ビームよりも小さいので、固定レーザビームに対するク

ラス1の限界は、移動するビームに対する対応する限界よりも著しく低い。

【0031】固定ビーム露光限界は、出力レーザビーム15が妨害され、またはミスアライメントが生じたときにはいつも、低いデューティサイクルでレーザ送信機12をパルス動作させることにより、この発明によって満たされる。マイクロプロセッサ11は、レーザ送信機12のデューティサイクルを制御する。

【0032】通信端末装置Aは、入力ビーム21に基づいて出力ビーム15の妨害またはミスアラインメントを検出するための、受信機と協働する検出手段を有する。もし遠隔に位置する端末装置Bが出力ビーム15を適切に受信しなければ、出力ビーム15の妨害またはミスアラインメントが示される。遠隔に位置する端末装置Bは、情報データストリームにおいて入力ビーム21に周期的に変調される確認信号を発生する。出力ビーム15の妨害またはミスアラインメントは、確認信号の送信を停止する。出力ビーム15の妨害またはミスアラインメントは、ビームが偶然的または無意識の観察者の眼に向けられるかも知れないことを示す。

【0033】検出手段は、好適には、確認信号を認識するための手段を有する。もし確認信号が所定時間検出されなければ、出力ビーム15の妨害またはミスアラインメントが示される。当業者ならば容易にわかるように、入力ビーム21及び出力ビーム15の両方の妨害、または、入力ビーム21の妨害またはミスアラインメントによってもまた、確認信号が存在しなくなってしまう。安全の目的のために、この発明のレーザ通信システム10は、高出力レベルでの動作が許容される前に、遠隔に位置する端末装置Bで出力ビーム15が受信されていることの肯定的な確認を必要とする。

【0034】安全制御手段は、もし確認信号が所定時間受信されなければ出力ビーム15を安全しきい値以下にするようにレーザ12を動作させるための検出手段と協働する。通常の動作中は、出力ビーム21の妨害またはミスアラインメントが検出されないとき、レーザ送信機12は、全体的な通信性能を向上させるために、よりハイパワーの出力レベルで動作される。端末装置Aはまた、入力ビーム21が適切に受信されているときに、遠隔に位置する端末装置Bに送付すべき第2の、すなわち出力される確認信号を発生するための手段を有する。当業者ならば容易にわかるように、これらの検出手段、安全制御手段及び確認信号発生手段は、蓄積プログラム制御の下で動作するマイクロプロセッサ11によって実現されるか、あるいはアナログまたはデジタル回路である。従って、マイクロプロセッサ11またはディスクリート回路は、送信機12を安全しきい値以下で動作させて偶然的観察者の眼を保護するために、受信される入力レーザビーム21に確認信号が存在しないことに応答する、確認信号応答安全制御手段を提供する。

【0035】図2を参照すると、レーザ通信システム10の動作を説明するためのフローチャートが示されている。端末装置Aが最初にパワーアップされると（ブロック30）、レーザ12は、出力ビーム15がクラス1の安全しきい値以下になるようにローパワー出力安全レベルで動作される（ブロック32）。ブロック34では、マイクロプロセッサ11が、出力ビーム15上に送信すべき固有の端末装置識別コードを発生する。その後、入力ビーム21上のデータは、遠隔に位置する端末装置Bが出力ビーム15を受信したこと（ブロック38）を示す、所定のデジタルコードのような初期確認信号のモニターが行われる。もし確認信号が受信されなかったならば（ブロック38）、マイクロプロセッサ11は、ブロック34で端末装置識別コードを低出力安全レベルで再び送信し、初期確認信号をモニターする（ブロック36）。

【0036】ブロック38でひとたび初期確認信号が受信されれば、マイクロプロセッサ11は、レーザ12をハイパワーの通常レベルで動作させる（ブロック40）。システム10がハイパワーレベルで動作している間、システム10の動作性能は高められる。例えば、システム10は、より高い信号対雑音比で動作し、ビットレートは増大し、あるいはこれらの両方が達成される。

【0037】ブロック42では、マイクロプロセッサ11は、受信されるデータ信号に対して確認信号のモニターを行う。ブロック44では、もし確認信号がTよりも長い時間存在しなければ、レーザ12はローパワー安全レベルで再び動作される（ブロック32）。確認信号が存在しないことは、出力ビーム15の妨害またはミスアラインメントがあることを示す。時間Tは、レーザパワーに基づいて、クラス1レーザ規格から、許容露光時間によって決定される。当業者ならば容易にわかるように、他の地理的領域においては他のレーザ限界を適用することができ、そして新しい限界をつくり、または決定することができる。同じく当業者ならば容易にわかるように、この発明による通信システム10は、他のレーザ放射限界に従うように容易に適合させることができる。

【0038】図3のグラフを参照すると、種々のパワーのレーザビームに対する許容露光時間（Y軸）対露光経過時間（X軸）のいくつかのプロットが示されている。レーザパワーは0.001ミリワットから10ミリワットまで変化していることが示されている。限界Lはグラフを斜め方向に横切って延びている直線によって示されている。もしレーザパワー及び経過時間がこの直線の上にあるならば、クラス1安全限界が満たされている。もしレーザパワー及び経過時間がクラス1限界以下ならば、ビームは安全ではない。

【0039】例えば、クラス1限界は、1ミリワットのレーザに対しては、グラフ上の点Sで示されるように、ビームが約240ミリ秒以上動作した後に越えられる。

11

グラフ中にも見られるように、0.001ミリワットで動作するレーザは、本質的に安全である。レーザ通信システム10は、ビームの妨害またはミスアラインメントが検出されたときに、出力ビーム15のパワーが安全レベルしきい値以下に保持されるように、レーザ送信機12を制御する。通常の動作中の他の全ての時間では、レーザ送信機12は、システム10の性能を向上させるために、より高い平均パワーレベルで動作される。

【0040】レーザ通信システム10は、通信データストリーム内に確認信号を含む。従って、このレーザ通信システム10は、この発明の安全上の特徴及び向上した性能を有さないシステムに必要なもの以外の付加的な主要な部品を必要としない。従って、このレーザ通信システム10は、かなり簡単であるが信頼性は高い。当業者ならば容易にわかるように、現存するレーザ通信システムは、特に図2のフローチャート及びその関連する説明を参考にして、レーザを上述のようにローパワー安全レ

12

ベル及び通常のハイパワーレベルで動作させることができる安全制御装置を用いて、レトロフィットすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による二方向レーザ通信システムの略線図である。

【図2】図1に示すレーザ通信システムの動作方法を説明するためのフローチャートである。

【図3】種々のレーザパワーに対するクラス1露光限界を示すグラフである。

【符号の説明】

10 レーザ通信システム

11、11' マイクロプロセッサ

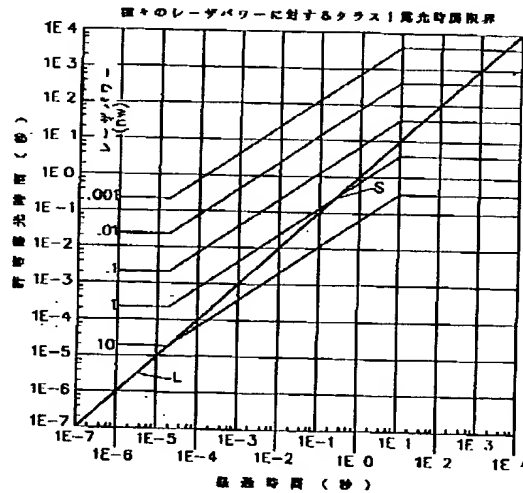
12、12' レーザ

13、13' 光検出器

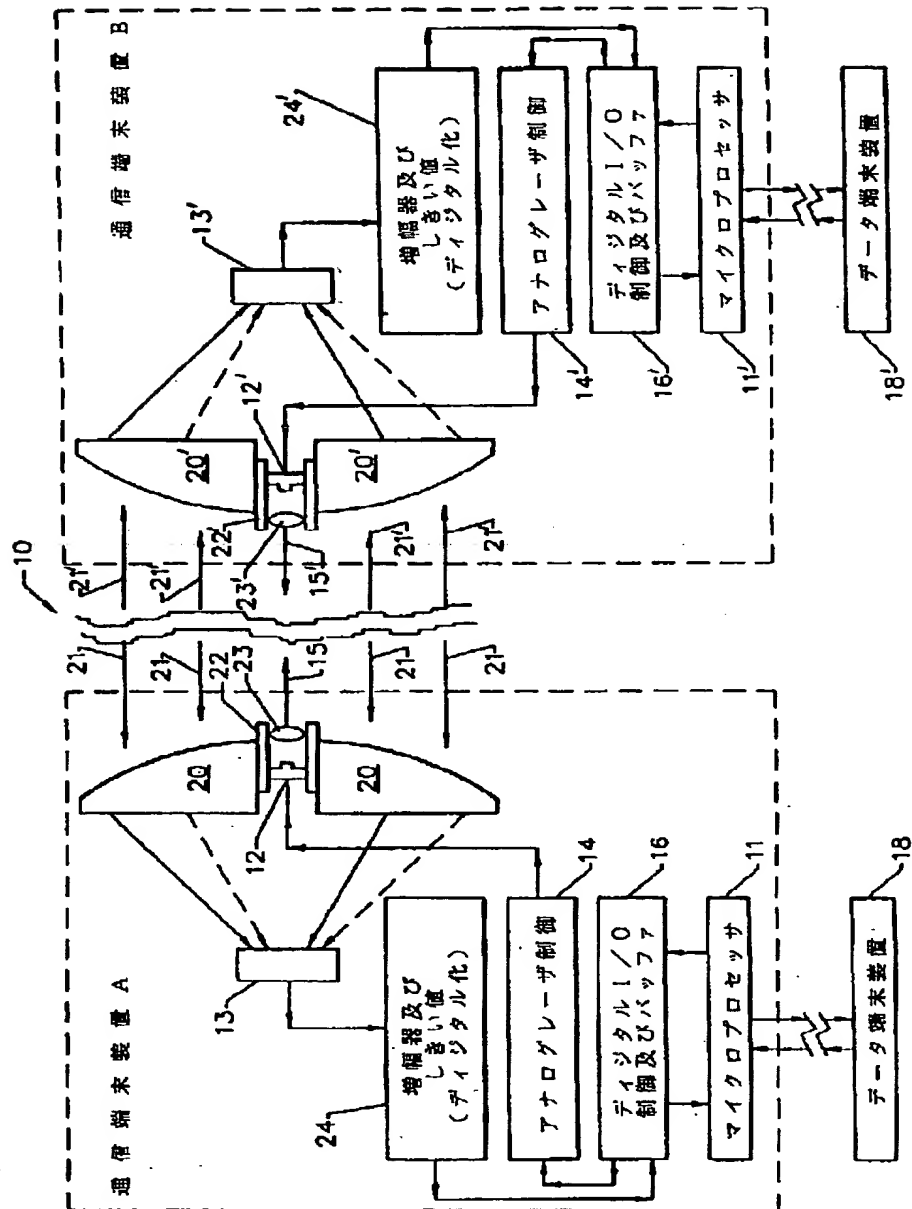
14、14' アナログレーザ制御回路

16、16' デジタルI/O制御及びバッファ回路

【図3】



【図1】



【図2】

